



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 12 247 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 02 B 6/26

②1 Aktenzeichen: P 43 12 247.7
②2 Anmeldetag: 15. 4. 93
④3 Offenlegungstag: 21. 10. 93

DE 43 12 247 A 1

③0 Unionspriorität: ②2 ③3 ③1
16.04.92 SE 9201226

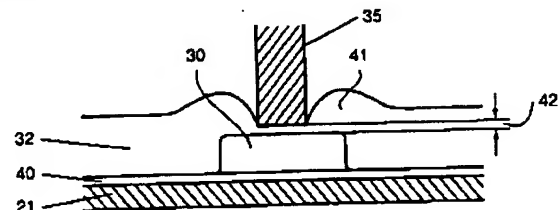
⑦1 Anmelder:
Telefonaktiebolaget L M Ericsson, Stockholm, SE

⑦4 Vertreter:
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Ritter und Edler
von Fischern, B., Dipl.-Ing.; Kolb, H., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 81925 München; Nette, A.,
Rechtsanw., 8000 München

⑦2 Erfinder:
Palmskop, Göran, Järfälla, SE

⑤4 Verfahren zur Anzapfung von Lichtsignalen von optischen Wellenleitern

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anzapfen von Lichtsignalen (33) von einem abklingenden Feld, welches einen optischen Wellenleiter (2, 30) umgibt, der mit einem Verkapselungsmaterial (3, 32) ummantelt ist, mit Hilfe einer lichtleitenden Sonde (35), die eine optische Faser umfaßt, die ein freies Faserende aufweist. Eine Anzapfung der Lichtsignale wird bewirkt, ohne daß das Verkapselungsmaterial (3, 32) entfernt wird und ohne den optischen Wellenleiter (2, 30) zu brechen. Bei der Anzapfungsoperation wird ein minimaler Dämpfungsverlust erreicht. Die Erfindung umfaßt die Schritte eines Einfügens des Faserendes der Sonde (35) nach unten in Richtung des verkapselten optischen Wellenleiters (2, 30); ein Drücken des Faserendes der Sonde (35) in das Verkapselungsmaterial (3, 32), während das Material auf das durch die mechanischen Eigenschaften des Materials zugelassene Ausmaß elastisch verformt (41) wird; und ein Anwinkeln des Faserendes der Sonde (35) zu dem optischen Wellenleiter (2, 30), so daß ein Teil (36) des Lichtsignals (33) in dem Wellenleiter (2, 30) in die lichtleitende Sonde (35) aufgenommen wird.



DE 43 12 247 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anzapfen von Lichtsignalen von einem abklingenden Feld, das einen optischen Wellenleiter umgibt, der mit einem Verkapselungsmaterial ummantelt ist, mittels einer lichtleitenden Sonde, die eine optische Faser mit einem freien Ende umfaßt, wobei ein Anzapfen von Lichtsignalen bewirkt wird, ohne das Verkapselungsmaterial abzustreifen oder ohne den Wellenleiter zu brechen, und wobei ein Anzapfen von Lichtsignalen mit einem verkleinerten Dämpfungsverlust bewirkt wird.

Gegenwärtig ist es in den Gebieten der faseroptischen Kommunikation und insbesondere auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik wünschenswert, Lichtsignale anzupapfen, um den Verkehrsstatus der optischen Faser zu bestimmen. Gegenwärtig werden Lichtsignale auf der Faser mittels einer permanent angebrachten Abzapfungseinrichtung abgezapft. Die Faser besteht aus einem lichtleitenden Kern und einer Ummantelung. Damit die Abzapfungseinrichtung auf das Lichtsignal zu ergreifen kann, wird entweder die Ummantelung an der Anzapfungsstelle entfernt oder die Faser wird gebogen. Die Anzapfungseinrichtung arbeitet zur Anzapfung der Lichtsignale von dem Kern über dessen abklingendes Feld.

Das US-Patent Nr. 3 982 123 offenbart zwei Verfahren zum Anzapfen eines Lichtsignals von einer optischen Faser, ohne daß es erforderlich ist, die Faser zu brechen. Das diesem Patent zugrundeliegende erfindersche Konzept liegt darin, in die Faser zu schauen, um ihren Verkehrsstatus zu bestimmen und eine Signalan-
zapfung kann irgendwo bewirkt werden, ohne den Verkehr zu stören. Dies wird erreicht, indem die Anzapfungseinrichtung, die in diesem Fall aus einem Material besteht, das einen Fotodetektor einschließt, auf einem lichtleitenden Kern oder auf der Faser so platziert wird, daß ein Anzapfen von Lichtsignalen bewirkt werden kann. Die optische Faser besteht aus einem Kern, der niedrige optische Verluste aufweist, und einer Ummantelung, die einen niedrigeren Brechungsindex als der Kern besitzt.

Ein erstes in dem Patent beschriebenes Verfahren umfaßt die Entfernung von fast allem oder dem gesamten Ummantelungsmaterial von der Faser. Dann wird der Detektor fest auf dem lichtleitenden Kern platziert, dessen abgestreifter Bereich mindestens dreimal so groß wie die Wellenlänge in der optischen Faser sein muß.

Ein zweites Verfahren zum Anzapfen von Lichtsignalen liegt darin, die optische Faser ohne eine Entfernung des Ummantelungsmaterials zu biegen. Dies ermöglicht, daß Lichtsignale durch die Ummantelung extrahiert und durch einen Fotodetektor aufgenommen werden können. In beiden Fällen wird eine Anzapfung permanent bewirkt.

Das US-Patent Nr. US 4 784 452 beschreibt ein Verfahren, bei dem mit Hilfe einer auf einer optischen Faser platzierten Anzapfungseinrichtung ein Anzapfen durchgeführt wird. Diese Faser umfaßt einen lichtleitenden Kern und wenigstens ein Ummantelungsmaterial. Die Abzapfungseinrichtung, nämlich eine Sonde, ist eine optische Faser des gleichen Typs wie die Faser, von der die Signale abgezapft werden. Die Sonde besitzt ein freies Ende, das einen lichtleitenden Kern einschließt. Um Lichtsignale von der Faser abzupapfen, ist es erforderlich, die Ummantelung zu entfernen, um so den Kern freizulegen. Die Sonde wird an diesem freigelegten Be-

reich verwendet, wobei das freie Ende der Sonde gegen den entblößten Teil der Faser platziert wird. Um den bestmöglichen Abzapfungseffekt zu erhalten, ist es erforderlich, den durch die Sondenachse und die Faserachse definierten Winkel anzupapfen. Ein Kopplungsmedium verbindet den Bereich an der Sonde und den entblößten Teil der Faser und leitet Lichtsignale von dem entblößten Teil der Faser an die Sonde. Das Kopplungsmedium, welches ein Festkörper und ein hartes Material ist, fixiert die Sonde bezüglich der Faser.

Verschiedene Experimente haben gezeigt, daß der lichtleitende Kern aus Polyimid bestehen kann. In dem Artikel "Dependence of Precursor Chemistry and Curing Conditions on Optical Loss Characteristics of Polyimide Waveguides" von C.P. Chien und K.K. Chakravorty von Boeing Aerospace and Electronics, Seattle, USA, SPIE vol. 1323, Optical Thin Films III, New developments (1990) wird offenbart, daß Polyimid ein gutes Material für den Kern der optischen Faser ist. Polyimid weist eine gute thermische Stabilität und einen dielektrischen Index von 3,5 auf, welcher mit anderen IC-Materialien kompatibel ist. Das Material arbeitet gut als ein Lichtüberträger, wie beispielsweise in optoelektrischen Schaltungen im GHz-Frequenzbereich. Der Vorteil von Polyimid liegt darin, daß bei der Herstellung von Kernen die Kerne dicht zusammengepackt werden können. Zusätzliche Polyimiddaten sind, daß es ein Brechungsindex von 1,6 (1,58–1,62) und optische Verluste in dem Kern von ungefähr 1 dB/cm besitzt, wenn es ultravioletttem Licht ausgesetzt wird.

Experimente sind ausgeführt worden, bei denen ein Silikonelastomer als ein Medium zur Indexanpassung für den lichtleitenden Kern verwendet wird. Der Artikel "Index Matching Elastomers for Fiber Optics" von Robert W. Filas, B.H. Johnson und C.P. Wong von AT & Bell Laboratories, N.J. USA in der Zeitschrift IEEE, Proc. Electron. Compon. Cont., vol. 39, S. 486-9 offenbart, daß Silikonelastomere gute Materialien zum Anpassen an den Kernindex sind. Eine copolymerische Reflektion als eine Funktion der Diphenylkonzentration und der Temperatur wird erhalten, indem die Reflektionsstärke eines Monomode-Wellenleiters gemessen wird, dessen Kern in einem Elastomer verkapselt worden ist. Es ist möglich, den gleichen Brechungsindex auf einem Silikonummimaterial wie der Brechungsindex des Kerns zu erhalten. Der Silikonummi kann als eine Schnittstelle zwischen verschiedenen Komponenten verwendet werden. Ein anderes Verfahren liegt darin, den Silikonummi als Schutz vor beispielsweise Feuchtigkeit und Staub zu verwenden.

Gegenwärtig wird Luft als das Brechungsmedium für den lichtleitenden Kern des Lichtwellenleiters verwendet. Luft besitzt einen viel niedrigeren Brechungsindex als Polyimid. Der Brechungsindex von Luft ist 1, wohingegen der Brechungsindex von Polyimid 1,6 und der Brechungsindex von Silikonummi 1,5 ist.

Ein Nachteil bei den herkömmlichen Lösungen liegt darin, daß Lichtsignale von optischen Fasern mittels permanent angebrachter Einrichtungen abgezapft werden. Dies bedeutet, daß Lichtsignale von der Faser an einer spezifischen Stelle darauf gezapft werden, an der die Ummantelung entfernt worden ist. Die früheren Lösungen besaßen eine Anzahl von zusätzlichen Nachteilen. Einer dieser Nachteile liegt darin, daß Lichtsignale nur von Faserwellenleitern abgezapft werden können und darin, daß es erforderlich ist, eine Ummantelung von der Stelle, an der eine Anzapfung stattfinden soll, zu entfernen. Die Anzapfungseinrichtung muß fest auf die

optische Faser an der Stelle plazierte werden, von der die Ummantelung entfernt worden ist. Eine Anzapfung in permanenten Verzweigungen hat übermäßig hohe Verluste zur Folge.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, die Nachteile, die bei den bekannten Verfahren zur Lichtanzapfung von optischen Fasern bestanden, zu beseitigen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anzapfen eines Lichtsignals mit Hilfe einer lichtleitenden Sonde direkt auf einem optischen Wellenleiter, der in einem elastischen Material verkapselt ist. Das Lichtsignal-Anzapfungsverfahren kann für zwei Arten von Wellenleitern ausgeführt werden. In einem Fall kann das Verfahren auf einen Lichtwellenleiter angewendet werden, der auf einem Substrat liegt, und in dem anderen Fall, auf eine optische Faser. Das Verfahren liegt darin, die Sonde in direktem Kontakt mit dem lichtleitenden Kern eines Wellenleiters einzufügen, um so Lichtsignale von dem abklingenden Feld des Kerns zu extrahieren, ohne daß eine Entfernung eines Verkapselungsmaterials oder eine Biegung des Wellenleiters erforderlich ist, um die Lichtsignale anzupapfen. Die Sonde umfaßt eine optische Faser, die von dem gleichen Typ ist wie die Faser, von der Lichtsignale angezapft werden. Die Sonden- bzw. Probenfaser weist ein freies Faserende auf. Das Verfahren ist folgendermaßen:

In einem ersten Schritt wird das Faserende der lichtleitenden Sonde nach unten in Richtung des verkapselten optischen Wellenleiters gedrückt. In einem zweiten Schritt wird das Faserende der Sonde in das Verkapselungsmaterial 32 gedrückt, während das Material auf ein Ausmaß elastisch deformiert wird, das durch die elastischen Eigenschaften des Materials zugelassen wird, oder so, daß die sich ergebende Restdeformation nicht permanent wird. In einem letzten Schritt wird das Faserende der Sonde zu dem optischen Wellenleiter 23 abgewinkelt, so daß ein Teil des Lichtsignals durch die Sonde aufgenommen wird. Die Sonde wird abgewinkelt, um so ein gegebenes Lichtsignal anzupapfen. Falls der Winkel geändert wird, wird ein anderes Lichtsignal in der Sonde erhalten.

Es soll hervorgehoben werden, daß das Faserende der lichtleitenden Sonde genauso breit ist wie der optische Wellenleiter, um so das bestmögliche Anzapfen zu erzielen. Außerdem ist die Sonde aus dem gleichen Material wie der lichtleitende Kern hergestellt oder aus einem Material, welches einen genauso großen oder größeren Brechungsindex besitzt.

Das Verfahren ermöglicht auch, daß die lichtleitende Sonde permanent an dem optischen Wellenleiter befestigt wird, falls dies erwünscht ist. Beim Abschluß der Lichtsignal Anzapfungsoperation wird die Sonde ohne das Zurücklassen einer Spur ihres früheren Vorliegens entfernt. Wenn Lichtsignale von Lichtwellenleitern abgezapt werden, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich, damit eine Anzapfung stattfinden kann.

Vor dem Ausführen des ersten Verfahrensschrittes für die optische Faser muß die Faser auf einer harten Halteoberfläche plazierte werden, damit ein Anzapfen stattfinden kann. Wenn die Faser zu flexibel ist, ist es unmöglich, eine Sonde in die Faser einzufügen, ohne die Faser zuerst auf einer harten Halteoberfläche zu platzieren.

Die Erfindung besitzt den Vorteil, daß Lichtsignale abgezapt werden können, ohne das Erfordernis, daß die Abzapfungseinrichtung permanent an einer vorgegebenen Abzapfstelle auf dem optischen Wellenleiter

befestigt wird. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß es möglich ist, Licht von dem Wellenleiter abzupapfen, wenn der Wellenleiter fest auf dem Substrat angeordnet ist. Lichtsignale sind bisher von auf einem Substrat angebrachten Lichtwellenleitern nicht abgezapt worden. Somit wird ersichtlich, daß Lichtsignale leicht von einem derartigen System abgezapt werden können. Weitere Vorteile liegen in der Tatsache, daß eine Anzapfung, falls erwünscht, vorübergehend durchgeführt werden kann und daß die elastische Verkapselung gegen externe Umwelteinflüsse, wie beispielsweise Staub, Luft und Feuchtigkeit, während eines Lichtanzapfungsprozesses schützt.

Weitere Aufgaben der Erfindung und dadurch erreichte Vorteile werden aus den bevorzugten Ausführungsformen ersichtlich, die im folgenden unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben werden.

Fig. 1 bis 3 stellen eine erste Ausführungsform der Erfindung dar und Fig. 4 stellt eine zweite Ausführungsform dar.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht eines auf einer Siliziumscheibe montierten Lichtwellenleiters;

Fig. 2 eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Teils des auf der Siliziumscheibe montierten Lichtwellenleiters, entlang der Linie A-A in Fig. 1, und ein Verfahren zum Anzapfen von Lichtsignalen von dem Lichtwellenleiter mit Hilfe einer lichtleitenden Sonde;

Fig. 3 eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Teils des auf der Siliziumscheibe montierten Lichtwellenleiters entlang der Linie B-B in Fig. 1 und ein Verfahren zum Anzapfen von Lichtsignalen von dem Lichtwellenleiter mit Hilfe einer lichtleitenden Sonde; und

Fig. 4 eine Querschnittsansicht einer optischen Faser und ein Verfahren zum Anzapfen eines Lichtsignals von der optischen Faser mit Hilfe einer lichtleitenden Sonde.

Die Figuren der beiliegenden Zeichnungen sind nicht im Maßstab gezeichnet und zeigen nur diejenigen Teile, die benötigt werden, um ein Verständnis des erfindungsgemäßen Konzepts zu erreichen.

Eine erste Ausführungsform ist in den Fig. 1-3 dargestellt.

Fig. 1 zeigt eine Anordnung 20, die aus einem Substrat 21, einer Verbindungseinrichtung 25, einem Lichtwellenleiter 23 und einer optischen Komponente 24 besteht, die Licht emittiert oder empfängt.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung 20, wobei der Schnitt entlang der Linie A-A in Fig. 1 bezüglich der optischen Komponente 24 genommen ist. Eine sehr dünne Schicht 40 ist auf dem Substrat 21 aufgebracht, die als ein Brechungsmedium für einen lichtleitenden Kern 30 dienen soll. Ein sehr dünner Spalt 31 befindet sich zwischen einem Ende des Kerns 30 und der Komponente 24. Die Verbindungseinrichtung 25 ist direkt mit dem anderen Ende des Kerns 30 verbunden. Die Komponente 24 und der Kern 30 sind mit einem elastischen verkapselnden Material 32 bedeckt. Der Kreis 34 mit der gestrichelten Linie stellt eine lichtleitende Probe 35 dar, die gegen das Verkapselungsmaterial 32 gepreßt wird und welches ein Lichtsignal 33 von dem Kern 30 abzapft. Die Sonde 35 nimmt ein abklingendes Feld auf, welches das Lichtsignal 33 von dem Kern 30 koppelt. Das durch die Sonde 35 von dem Kern 30 aufgenommene Lichtsignal 33 bildet ein Lichtsignal 36, welches dem Lichtsignal 33 entspricht, aber eine sehr viel niedrigere Energie besitzt.

Fig. 3 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht des

Lichtwellenleiters 33 entlang der Linie B-B in Fig. 1. Fig. 3 stellt den Lichtwellenleiter 23 dar, der aus dem lichtleitenden Kern 30, der dünnen Schicht 40 auf dem Substrat 21 und dem Verkapselungsmaterial 32 besteht. Der Brechungsindex des Verkapselungsmaterials ist niedriger als der Brechungsindex des Kerns 30. Die Schicht 40 liegt auf dem Substrat 21 und der Kern 30 liegt auf der Schicht 40. Das Verkapselungsmaterial 32 bedeckt sämtliche Teile, die auf dem Substrat 21 liegen. Wenn die lichtleitende Sonde 35 nach unten in Richtung des Kerns 30 gedrückt wird, wird eine vorübergehende Deformation 41 in dem Verkapselungsmaterial 32 gebildet. Wenn die Sonde 35 nach unten an ihre maximale Position gedrückt wird, um eine optimale Anzapfung zu erzielen, wird ein sehr dünner Spalt 42 zwischen der Sonde 35 und dem Kern 30 gebildet.

Das in Fig. 1 dargestellte Substrat 21 ist eine Siliziumscheibe eines Typs, aus dem normalerweise Halbleiter hergestellt werden. Auf dem Substrat 21 können mehrere Lichtwellenleiter 23, Komponenten 24 und Verbindungseinrichtungen 25 montiert sein. Das Substrat 21 kann auch aus einem Material für eine Schaltungsplatte, einem Glasmaterial oder irgendeiner Art von Material bestehen, vorausgesetzt, daß das Substrat 21 einen niedrigeren Brechungsindex besitzt als der Kern 30. Es ist wichtig, daß die Dämpfung in dem Kern 30 so niedrig wie möglich ist.

In der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsform besteht der Lichtwellenleiter 23 aus drei Teilen. Diese Teile sind die auf dem Substrat aufgebrachte dünne Schicht 40, der Kern 30 und das Verkapselungsmaterial 32. Wenn das Substrat 21 aus Silizium hergestellt ist, besteht die Schicht 40 aus Siliziumdioxid. Es ist erforderlich, daß der Brechungsindex der Schicht 40 niedriger ist als der Brechungsindex des Kerns 30, damit sie nicht Licht davon ableitet. Für den Fall der Darstellungen in den Fig. 2 und 3 ist der lichtleitende Kern 30 ein Multimode-Kern, obwohl er ebenso als ein Monomode-Kern hergestellt werden kann.

Das Verkapselungsmaterial 32 ist ein Silikonelastomer, beispielsweise Silikongummi. Das Verkapselungsmaterial soll ermöglichen, daß Lichtsignale von dem Kern 30 abgezapft werden können. Da das Verkapselungsmaterial elastisch ist, kann die Sonde 35 nach unten in Richtung des Kerns 30 gedrückt werden. Der Silikongummi ist optisch leitend. Das Verkapselungsmaterial 32 kann auf das Substrat 21 und die darauf aufgebrachten Komponenten 24 und 25 angewendet werden, während das Material noch formbar ist, und danach wird ermöglicht, daß sich das Material erhärtet und somit elastisch wird.

Die oben beschriebene Anordnung 20 wird zum Anzapfen von Lichtsignalen 33 mit der direkt auf den optischen Wellenleiter eingefügten lichtleitenden Sonde 35 verwendet. Durch Einfügen der Sonde 35 nach unten durch das elastische Verkapselungsmaterial ist es möglich, dem Kern 30 so nahe zu kommen, daß das Aufnehmen des abklingenden Feldes um den Kern 30 herum ermöglicht wird. Somit ergeben sich praktisch keine Verluste in dem Kern 30. Es ist wichtig, daß die Sonde 35 in das Verkapselungsmaterial nicht zu weit eingefügt wird, weil die Deformation 41 darin dann permanent werden kann. Falls andererseits die Sonde 35 nicht ausreichend weit in das Verkapselungsmaterial 32 gedrückt wird, kann die Sonde das abklingende Feld nicht aufnehmen. Der Abstand zwischen der Sonde 35 und dem Kern 30 muß in der richtigen Größenordnung sein, kleiner als μm . Um den gleichen Abstand bei jeder Anzapfungs-

operation zu erzielen, kann eine Abstandsmeßeinrichtung verwendet werden, um den richtigen Abstand zu erzielen.

Das Verfahren umfaßt die folgenden Schritte:

Drücken des Faserendes der lichtleitenden Sonde nach unten in Richtung des verkapselten optischen Wellenleiters;

Drücken des Faserendes der Sonde 35 in das Verkapselungsmaterial 32, während das Material auf ein durch die elastischen Eigenschaften des Materials zugelassenes Ausmaß elastisch deformiert 41 wird; und

Anwinkeln des Faserendes der Sonde 35 zu dem optischen Wellenleiter, so daß ein Teil des Lichtsignals durch die Sonde aufgenommen wird. Die Sonde 35 wird angewinkelt, um ein vorgegebenes Lichtsignal anzuzapfen. Falls der Winkel geändert wird, wird ein anderes Lichtsignal in der Sonde erhalten.

Es soll hervorgehoben werden, daß das Faserende der lichtleitenden Sonde 35 die gleiche Breite besitzt wie der optische Wellenleiter, um so das stärkstmögliche Lichtsignal 33 zu erhalten. Außerdem soll die Sonde 35 aus dem gleichen Material wie der Kern 30 hergestellt werden oder aus einem Material, welches einen genauso großen oder höheren Brechungsindex besitzt. Die Sonde 35 kann auch aus einer plastischen Faser hergestellt werden.

Das Verfahren ermöglicht auch, falls gewünscht, daß die lichtleitende Sonde 35 permanent an dem optischen Wellenleiter befestigt wird. Die Sonde 35 wird beim Abschließen einer Lichtsignal-Anzapfungsoperation entfernt, wobei keine Restdeformation des Materials an der Stelle zurückbleibt, an der die Sonde eingefügt wurde. Beim Anzapfen von Lichtsignalen auf dem Lichtwellenleiter 33 müssen keine weiteren Maßnahmen vorgenommen werden, damit ein Anzapfen stattfinden kann.

Eine weitere Ausführungsform der Anordnung ist in Fig. 4 dargestellt. Fig. 4 zeigt eine optische Faser 1, die aus einem lichtleitenden Kern 2 und einem elastischen Verkapselungsmaterial 3 besteht. Der Brechungsindex des Kerns 2 ist größer als der Brechungsindex des Verkapselungsmaterials 3. Eine Sonde 35 wird in das Verkapselungsmaterial 3 nach unten in Richtung des Kerns 2 gedrückt, welches eine Deformation 41 des Verkapselungsmaterials 3 zur Folge hat. Wenn die Sonde 35 nach unten an ihre maximale Position gedrückt wird, an der ihre beste Anzapfungs-eigenschaft erhalten wird, wird ein sehr dünner Spalt 42 zwischen der Sonde 35 und dem lichtleitenden Kern 30 gebildet. Der Kern 2 kann beispielsweise aus Polyimid bestehen und ist durch das elastische Material verkapselt, welches vorzugsweise Silikongummi ist. Weil das Material elastisch ist, kann die Sonde 35 in das Verkapselungsmaterial 3 eingefügt werden und eine Anzapfung kann beginnen, wenn die Sonde 35 das abklingende Feld erreicht. Die Anzapfungseinrichtung kann, falls erwünscht, entfernt werden. Optische Fasern erstrecken sich zwischen verschiedenen Telefonstationen oder beispielsweise zwischen verschiedenen Computern. Die betreffenden Abstände können groß sein und zeitweilig ist es notwendig, in die Fasern zu gehen und ihren Verkehrsstatus festzustellen. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der optische Wellenleiter nicht auf einem Substrat befestigt, sondern ist eine freiliegende optische Faser 1.

Das Verfahren, das angewendet wird, um Lichtsignale von Lichtwellenleitern 23 abzapfen, kann ebenso verwendet werden, um ein Lichtsignal von optischen Fasern abzapfen. Beim Abzapfen von Signalen von optischen Fasern muß die Faser vor dem ersten Verfahrens-

schritt auf einer harten Halteoberfläche plaziert werden, damit ein Anzapfen stattfindet. Wenn die optische Faser unzulässig flexible ist, ist es nicht möglich, eine Sonde auf die Faser einzufügen, außer die Faser liegt auf einer harten Halteoberfläche.

Ein weiterer durch die Verwendung eines elastischen Verkapselungsmaterials erreichter Vorteil liegt darin, daß eine Sonde nach unten in Richtung des Materials gedrückt werden kann und Lichtsignale abgezapft werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß optische Wellenleiter gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform billig und einfach hergestellt werden können. Das Verfahren erlaubt, Lichtsignale von optischen Wellenleitern zu zeitweiligen Gelegenheiten abzuzapfen.

Es ist selbstverständlich, daß die Erfindung nicht auf die oben beschriebenen und dargestellten Ausführungsformen beschränkt ist und daß Modifikationen innerhalb des Umfangs der folgenden Ansprüche durchgeführt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anzapfen von Lichtsignalen von einem abklingenden Feld, welches einen optischen Wellenleiter (2, 30) umgibt, der mit einer Ummantelung (3, 32, 40) verkapselt ist, mit Hilfe einer lichtleitenden Sonde, welche eine optische Faser (35) mit einem freien Faserende umfaßt, wobei ein Anzapfen der Lichtsignale (33) bewirkt wird, ohne ein Verkapselungsmaterial (3, 32) zu entfernen oder ohne den optischen Wellenleiter (2, 30) zu brechen, und wobei ein Anzapfen mit minimalen Dämpfungsverlusten bewirkt wird, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte: Einfügen des Faserendes der lichtleitenden Sonde (35) nach unten in Richtung des verkapselten optischen Wellenleiters (2, 3; 30, 32); Drücken des Faserendes der lichtleitenden Sonde (35) in das Verkapselungsmaterial (3; 32), während das Material auf das durch seine mechanischen Eigenschaften erlaubte Ausmaß elastisch deformiert (41) wird; und Anwinkeln des Faserendes der lichtleitenden Sonde (35) zu dem optischen Wellenleiter (2, 30), so daß ein Teil (36) des in dem Wellenleiter (2, 30) vorhandenen Lichtsignals in die Sonde (35) aufgenommen wird.

2. Verfahren zum Anzapfen von Licht mittels einer lichtleitenden Sonde (35) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der Sonde (35) genauso groß ist wie die Breite des optischen Wellenleiters (2, 30), um das bestmögliche Abzapfungsergebnis zu erhalten.

3. Verfahren zum Anzapfen von Licht mittels einer lichtleitenden Sonde (35) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sonde (35) aus dem gleichen Material wie der lichtleitende Kern (2, 30) des Wellenleiters oder aus einem Material hergestellt ist, welches einen genauso großen oder größeren Brechungsindex aufweist.

4. Verfahren zum Anzapfen von Licht mittels einer lichtleitenden Sonde (35) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtleitende Sonde (35) permanent auf dem optischen Wellenleiter befestigt wird.

5. Verfahren zum Anzapfen von Licht mittels einer lichtleitenden Sonde (35) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Wellenleiter eine optische Faser (2, 3) ist, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Faser (2, 3) in einem ersten Verfahrens-

schritt, vor der Lichtanzapfungsoperation, auf einer harten Halteoberfläche (4) plaziert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 4

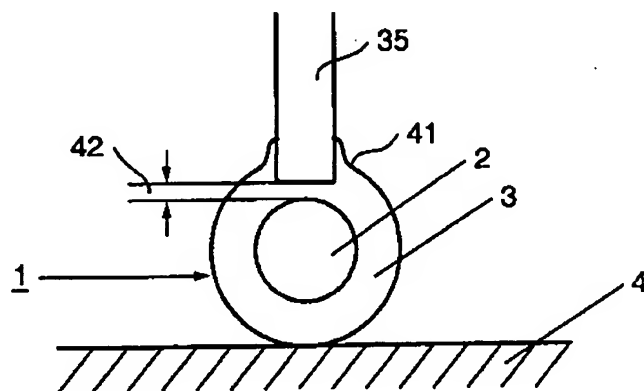


Fig. 1

